

Pengolahan bioarang sebagai pengganti biogas dengan proses roasting pengolahan Kopi Arabica untuk mendukung ketahanan energi

Djarot Wahyu Santoso¹, Sudarmanto^{2*}, Munawar Husaini⁴, Benedictus Mardwianta⁵, Dedet Hermawan Setiabudi⁶, Abdul Haris Subarjo⁷

^{1,2,4,5,6,7} Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto, Indonesia

³PT. Sumber Segara Primadaya

Article Info

Article history:

Received December 19, 2023

Accepted March 7, 2024

Published March 8, 2024

Keywords:

Keamanan energi
Inovasi energi alternatif
Proses pemanggangan
Mengolah sampah
Kopi Arabika

ABSTRACT

Pengolahan limbah biochar menjadi briket untuk dijadikan biogas dalam rangka mendukung proses pemanggangan pengolahan kopi arabika merupakan salah satu inovasi energi alternatif untuk mendukung ketahanan energi. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh komposisi briket dengan campuran limbah kulit kopi dan debu kayu terhadap nilai kalor, kadar air, kadar abu, dan uji densitas. Metode yang digunakan adalah eksperimental. Pada komposisi II nilai densitasnya paling tinggi karena jumlah serbuk gergaji paling banyak. karena dengan perlakuan gaya tekan manual maka partikel arang akan mengalami kompresi sesuai dengan gaya tekan yang diberikan. Hasil penelitian komposisi I menghasilkan nilai kalor sebesar 5922 kal/gr, komposisi II menghasilkan nilai kalor sebesar 6072 kal/gr. Hasil pengujian kadar abu SNI 01-6235-2000 tentang briket arang, kadar abu yang diperbolehkan tidak melebihi 8%. Kadar abu yang dihasilkan pada komposisi I sesuai dengan standar yang ditentukan.



Corresponding Author:

Sudarmanto,
Department of Mechanical Engineering,
Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto,
Blok R, Lanud Adisutjipto Yogyakarta.
Email: *ab.haris.79@gmail.com

1. PENGANTAR

Ketahanan energi adalah kondisi terjaminnya ketersediaan energi, dan masyarakat dapat menjangkau energi dalam waktu jangka panjang serta tidak terpengaruh gejolak regional maupun internasional [1]. Energi merupakan komponen utama dalam seluruh kegiatan makhluk hidup. Sumber energi yang utama bagi manusia adalah sumber daya alam yang berasal dari *fosil karbon* yang semakin menipis ketersediaannya [2] Sehingga perlu dilakukan penelitian-penelitian agar diperoleh energi alternatif.

Penelitian karakterisasi briket bioarang menggunakan variasi komposisi kulit kopi dengan 3 level (30%, 50% dan 70%) dan dengan komposisi perekat sama pada setiap perlakuannya yakni 20% serta dilakukan pengulangan 3 kali. Data yang diperoleh yaitu nilai Kalor, kadar air, kadar abu, volatile mass, karbon terikat, dan kuat tekan aksial selanjutnya dilakukan analisa deskriptif pada presentase grafik hasil pengujian pada setiap perlakuan penelitian dengan hasil nilai kalor optimal 4923,9 Kal/g pada presentase kulit kopi 30%, hal ini masih kurang dari standar briket batu bara rumah tangga yang memiliki standar minimal 5000 - 6300 Kal/g. Kadar air yang paling kecil pada persentase kulit kopi 30% yakni 6,275% hal ini memenuhi standar Dirjen Pertambangan < 7,5%. Sedangkan pada volatile mass yang paling kecil sebesar 9,862% pada persentase 70% kulit kopi, masih kurang dari standar minimal sebesar 12% - 15%. Nilai kadar abu paling rendah sebesar 19,304

% pada 70% kulit kopi dan yang tertinggi pada persentase 30% yakni 32,82% masih kurang dari standar minimal < 8%. pada nilai karbon terikat yang terendah 49,46% pada persentase kulit kopi 30% dan paling tinggi pada persentase 70% kulit kopi yakni 62,751%. Kuat tekan yang paling tinggi 0,198 kg/cm² pada persentase kulit kopi 30%, tetapi hal ini masih kurang dari standar minimal 3 kg/cm² [3].

Komposisi briket berpengaruh terhadap nilai Kalor yang dihasilkan dari pencampuran serbuk kayu dan kulit kopi [4]. Pemanfaatan limbah kulit kopi dan serbuk gergaji menjadi briket dapat sebagai sumber energi alternatif, dengan bahan baku kulit kopi dan serbuk kayu dengan bahan perekat tepung tapioca [5]. zat perekat diperlukan agar dihasilkan *briket* yang kompak [6].

Perekat yang digunakan dapat berasal dari bahan anorganik dan organik, bahan anorganik dapat menjaga ketahanan briket selama proses pembakaran sehingga dasar permeabilitas bahan bakar tidak terganggu. Perekat organik dapat menghasilkan abu yang relatif sedikit setelah pembakaran briket dan umumnya merupakan bahan perekat yang efektif [7].

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian experimental deskriptif dengan kombinasi komposisi kulit kopi dan serbuk kayu yang digunakan sebagai bahan baku briket bioarang dengan proses karbonisasi. Penelitian dengan variasi 60:40(%), 40:60(%), dan perekat masing-masing 10(%), dilakukan pengulangan 2 Kali pada setiap komposisi kulit kopi sehingga diperoleh 4 percobaan. Diperoleh data dengan proses pengujian kerapatan, nilai kalor, kadar air, dan kadar abu. Kemudian dilakukan analisa pada presentase grafik hasil pengujian pada setiap penelitian.

Tahapan proses pembuatan briket bioarang dengan mengeringkan kulit kopi dan serbuk kayu menggunakan oven pada suhu 100°C selama 1 jam, kemudian dilakukan proses karbonisasi kulit kopi dan serbuk kayu selama 1 jam dengan suhu 500°C. Haluskan kulit kopi dan serbuk kayu yang sudah dikarbonisasi dengan mesin penghalus kemudian disaring dengan ayakan 100 mesh. Setelah proses penyaringan dilanjutkan pembuatan adonan bahan baku sesuai variasi komposisi yang telah ditentukan. Kemudian lakukan pencetakan briket bioarang dan ditekan dengan alat tekan. Setelah dicetak, bioarang dikeringkan dengan suhu ruangan selama 24 jam.

Perhitungan pembuatan briket

- a. Menentukan Volume Cetakan (Vc) $V_c = \text{Luas Alas} \times \text{Tinggi}$

$$\begin{aligned} V_c &= \pi \cdot r^2 \times t \\ &= 3,14 \times 2^2 \times 5 \text{ cm}^3 \\ &= 62,8 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

- b. Menentukan Volume Perekat (Vp)

$$\begin{aligned} \text{Volume fraksi perekat 10\% } V_p &= V_f \times V_c \\ &= \frac{10}{100} \times 62,8 \text{ cm}^3 \\ &= 6,28 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

- c. Menentukan volume serbuk kopi (Vk)

$$\begin{aligned} \text{Volume fraksi serbuk kopi 60\% } V_k &= V_f \times V_c \\ &= \frac{60}{100} \times 62,8 \text{ cm}^3 \\ &= 37,68 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Volume fraksi serbuk kopi 30%

$$\begin{aligned} V_k &= V_f \times V_c \\ &= \frac{30}{100} \times 62,8 \text{ cm}^3 \\ &= 18,84 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

- d. Menentukan volume serbuk gergaji (Vg)

$$\begin{aligned} \text{Volume fraksi serbuk Gergaji 30\%} \\ V_g &= V_f \times V_c \\ &= \frac{30}{100} \times 62,8 \text{ cm}^3 \\ &= 18,84 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Volume *fraksi* serbuk Gergaji 60%

$$\begin{aligned}V_g &= V_f \times V_c \\&= \frac{60}{100} \times 62,8 \text{ cm}^3 \\&= 37,68 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

e. Menentukan Massa bahan briket

Massa Perekat (Mp)

$$\begin{aligned}\text{Massa jenis getah pinus (perekat)} &= 1,089 \text{ gr/cm}^3 \\M_p &= V_p \times p_f \\&= 6,28 \text{ cm}^3 \times 1,089 \text{ gr/cm}^3 \\&= 6,83 \text{ gr}\end{aligned}$$

Massa Serbuk Kulit Kopi (Mk)

$$\begin{aligned}\text{Massa jenis serbuk kulit kopi} &= 0,34 \text{ gr/cm}^3 \\M_k (60\%) &= V_k \times p_f \\&= 37,68 \times 0,34 \text{ gr/cm}^3 \\&= 12,81 \text{ gr}\end{aligned}$$

Massa jenis serbuk kulit kopi = 0,34 gr/cm³

$$\begin{aligned}M_k (30\%) &= V_k \times p_f \\&= 25,12 \times 0,34 \text{ gr/cm}^3 \\&= 8,54 \text{ gr}\end{aligned}$$

Pengolahan Bioarang sebagai Pengganti Biogas untuk Mendukung Proses Roasting Pengolahan Kopi.

$$\begin{aligned}M_k (10\%) &= V_k \times p_f \\&= 6,28 \times 0,34 \text{ gr/cm}^3 \\&= 2,13 \text{ gr}\end{aligned}$$

Massa Serbuk Gergaji (Mg)

$$\begin{aligned}\text{Massa jenis serbuk gergaji} &= 0,21 \text{ gr/cm}^3 \\M_g (30\%) &= V_g \times p_f \\&= 18,84 \times 0,21 \text{ gr/cm}^3 \\&= 3,96 \text{ gr}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_k (60\%) &= V_g \times p_f \\&= 37,68 \times 0,21 \text{ gr/cm}^3 \\&= 7,91 \text{ gr}\end{aligned}$$

Uji Kualitas Mutu Briket

Uji Fisika

a. Kerapatan

Menimbang berat briket dengan mengukur volume briket dan menghitung densitas briket (volume silinder) dengan rumus:

$$\rho = m/v \quad (1)$$

Keterangan:

ρ : Kerapatan (kg/cm³)

m : massa (kg) v : volume (m³)

Uji kimia

a. Kadar Abu

Memanaskan cawan porselin ke dalam oven pada suhu 105°C selama 30 menit, kemudian mendinginkan di dalam desikator selanjutnya menimbang berat wadah (A). Menimbang sampel ± 1 g ke dalam cawan porselin yang telah diketahui bobotnya, berat wadah + sampel (B). Memanaskan sampel ke dalam tanur

dengan suhu 600°C selama 4 jam. Memindahkan cawan dari tanur kemudian mendinginkannya ke dalam desikator selama 2 jam kemudian ditimbang hingga selisih massa dibawah 0,0005 g, berat wadah + sampel (setelah di oven) (C), menimbang berat wadah setelah dari oven (D)

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{C-D}{B-C} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

A = berat wadah

B = berat wadah + sampel

C = berat wadah + sampel (setelah di oven)

b. Kadar air

Memanaskan cawan porselin ke dalam oven pada suhu 105°C selama 30 menit, kemudian mendinginkan di dalam desikator selanjutnya menimbang bobot kosongnya (A). Menimbang sampel ± 1 g ke dalam cawan porselin yang telah diketahui bobotnya (B). Memanaskan sampel ke dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam. Mengangkat cawan kemudian mendinginkanya kedalam deksikator. Selanjutnya menimbang bobotnya hingga menghasilkan selisih massa dibawah 0,0005 g (C).

$$\% \text{Air} = \frac{B-C}{B-A} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

A = bobot kosong

B = bobot sampel

C = selisih massa

c. Nilai Kalor

Pengukuran nilai kalor dilakukan dengan menggunakan alat bom kalorimeter parr 1341. Mula-mula menimbang sampel ± 1 g ke dalam cawan. Menyiapkan rangkaian bom kalorimeter dan cawan ke rangkaian bom kalorimeter menghubungkan rangkaian bom kalorimeter dengan kawat platina dengan berbentuk V. Memasukan aquades sebanyak 1 ml ke dalam bejana bom kalorimeter dan memasang rangkaian penutup pada wadahnya. Mengisi bom kalorimeter dengan oksigen pada tekanan 25-30 atm. Memasukan ± 2 L air pada. jaket bom kalorimeter dan memasang wadah bom kalorimeter pada jaketnya kemudian ditutup. Menjalankan karet dengan menekan tombol ON pada termometer. Mencatat kenaikan suhu pada menit ke 5-10 dan menekan tombol burning pada menit ke-10. Mencatat kenaikan suhunya hingga menit 24 menekan tombol OFF pada termometer dan menghentikan perputaran karet dengan memutar ke kanan. Membuka penutup dan mengambil wadah. Membersihkan dari air dan membuka aliran gasnya. Membilas seluruh permukaan wadah bom kalorimeter dengan aquades dan menitrasi hasil pembakaran dengan Na₂CO₃ 0,07 N dengan menggunakan indikator MO. Mencatat volume titran. Menghitung panjang kawat yang terbakar. Menghitung nilai Kalor sampel.

$$Hg = \frac{tW - E}{m} \quad \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :

m = massa sampel

t = temperatur °C

W = energi yang setara dengan *kalorimeter* dalam kalori per °C

E = panjang kawat yang terbakar

3. HASIL DAN ANALISIS

Tabel 1. Nilai kerapatan dari perbandingan bahan briket

Spesimen	Komposisi			Nilai Kerapatan (g/cm ³)
	Serbuk Kulit kopi	Serbuk kayu	Perekat	
I	60%	30%	10%	0,71
II	30%	60%	10%	0,74

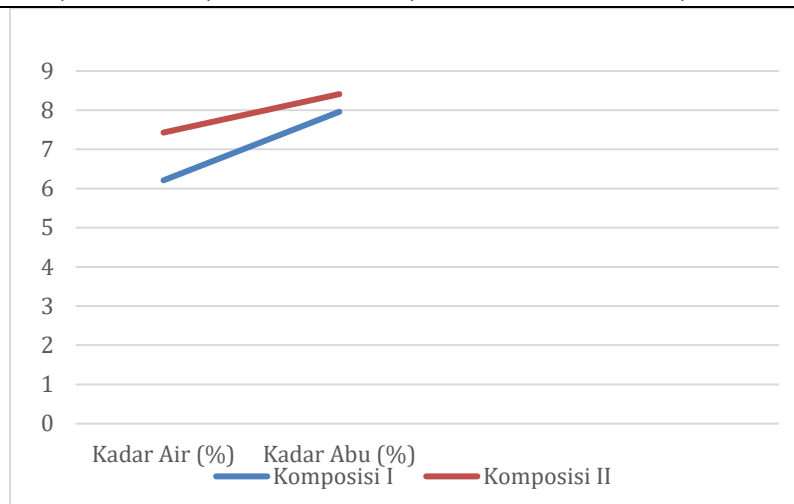
Kualitas briket yang dihasilkan dapat diketahui dengan melakukan uji kerapatan yang disajikan pada Tabel 1. Kerapatan atau berat jenis yang tinggi menunjukkan kekompakan arang briket yang dihasilkan. Semakin besar kerapatan bahan bakar maka nilai kalornya semakin tinggi. Pada komposisi II nilai kerapatan lebih tinggi karena jumlah serbuk kayu paling banyak. Hal ini disebabkan dengan adanya perlakuan gaya tekan secara manual maka partikel-partikel arang akan mengalami pemampatan. sesuai dengan gaya tekan yang diberikan. Semakin tinggi pengempaan maka akan menyebabkan jarak pori-pori partikel briket akan mengalami penyempitan (semakin rapat) dan briket akan semakin padat, sementara untuk volume briket dalam kondisi yang sama akan diperoleh densitas yang tinggi [8]. Perbedaan jenis bahan baku sangat mempengaruhi nilai kerapatan briket arang yang dihasilkan. Nilai kerapatan dipengaruhi oleh massa jenis bahan penyusun briket [9].

Kualitas briket yang dihasilkan juga dapat diketahui dengan melakukan uji kimia yang terdiri dari uji kadar air, kadar abu, dan nilai kalor yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Dan Perbandingan Komposisi

Komposisi	Serbuk	Serbuk	Perekat	Nilai	Kadar Air	Kadar
	Kulit	kayu		Kalor	(%)	Abu (%)
	kopi			(kal/g)		
I	60%	30%	10%	5922	6,21	7,96
II	30%	60%	10%	6072	7,43	8,41

Uji kerapatan briket merupakan sifat fisik briket yang berhubungan dengan kekuatan briket. Semakin besar kerapatan bahan bakar maka laju pembakaran akan semakin lama. Hal ini menyebabkan briket yang memiliki berat jenis yang besar memiliki laju pembakaran yang lebih lama dan nilai kalor yang tinggi jika dibandingkan dengan briket yang memiliki kerapatan yang lebih rendah. Sehingga semakin tinggi kerapatan briket semakin tinggi pula nilai kalor yang dihasilkan [10]. Besarnya nilai kalor pada briket dipengaruhi oleh kadar air dan densitas dari bahan yang dibakar. Semakin kecil nilai kadar air, maka semakin tinggi nilai densitas dan nilai kalornya. Pada hasil penelitian komposisi I menghasilkan nilai kalor sebesar 5922 kal/gr, komposisi II menghasilkan nilai kalor sebesar 6072 kal/gr. Dari ketiga sampel tersebut apabila dibandingkan dengan Standar mutu briket Indonesia dengan nilai kalor sebesar 5000 kal/gr, maka kedua komposisi tersebut sudah memenuhi standar dari kualitas briket. Besarnya kerapatan juga disebabkan ikatan antara serbuk kayu dan kulit kopi mempunyai ikatan antara serat yang kompak dan kuat karena serbuk yang kecil mempunyai luasan permukaan yang besar sehingga dapat menyebabkan nilai kerapatan briket tinggi.



Gambar 1. Grafik Kadar Air dan Kadar Abu

Pada Gambar 1, nilai kadar air dipengaruhi kurang padatnya briket pada proses pencetakan sehingga kadar air yang teruapkan tidak konstan dan masih adanya pengaruh udara diluar lingkungan pada proses pendinginan yang dilakukan secara manual (di ruangan terbuka). Serbuk kulit kopi sulit menyerap air karena mempunyai pori-pori yang kecil sehingga pada briket yang mempunyai komposisi II menghasilkan kadar air yang sedikit. Kadar air briket arang yang dihasilkan pada komposisi I (6,21%), komposisi II (7,43%) hasil ini apabila dibandingkan dengan kadar air hasil analisis kualitas briket arang Jepang, Inggris, Amerika, dan Indonesia maka hasil penelitian sebagian telah memenuhi standar kualitas. Dimana standar kualitas jepang (6-8 %). ASTM ($\leq 6,2\%$) dan SNI ($\leq 8\%$) [11].

Kadar abu merupakan bagian yang tersisa dari hasil pembakaran, abu yang dimaksud adalah abu sisa pembakaran briket [12]. Sisa dari pembakaran yang sudah tidak memiliki unsur karbon dan nilai kalor lagi. Nilai kadar abu menunjukkan jumlah sisa dari akhir proses pembakaran berupa zat – zat mineral yang tidak hilang selama proses pembakaran atau pirolisis. Hasil uji kadar abu SNI 01-6235-2000 tentang briket arang, kadar abu yang diperbolehkan tidak melebihi nilai 8%. Pada penelitian ini, kadar abu yang dihasilkan pada komposisi I sesuai standar yang ditentukan Indonesia (SNI). kadar abu briket arang standar kualitas jepang (3-6 %) , Amerika 8,3 %, Inggris (8,3 %) dan SNI-01-6235-2000 ($\leq 8\%$) [11].

4. KESIMPULAN

Dari analisa yang telah dilakukan dengan pengujian maka dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh komposisi briket dengan campuran kulit kopi dan serbuk kayu terhadap nilai kalor, kadar air, kadar abu, dan uji kerapatan. kadar abu yang dihasilkan pada komposisi I sesuai standar yang ditentukan Indonesia (SNI). kadar abu briket arang standar kualitas jepang (3-6 %) , Amerika 8,3 %, Inggris (8,3 %) dan SNI-01-6235-2000 ($\leq 8\%$)

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rizal Alamsyah, “Inovasi Teknologi Pemrosesan Biomassa Menjadi Biofuel untuk Mendukung Penerapan Energi Baru dan Terbarukan (EBT),” Oct. 2022, doi: 10.55981/brin.696.
- [2] H. N. Hafiza, M. Masthura, and E. Jumiati, “Pengaruh Densitas Terhadap Kadar Air Pembuatan Briket Bioarang Kulit dan Tongkol Jagung,” BULETIN FISIKA, vol. 25, no. 1, p. 130, Feb. 2024, doi: 10.24843/bf.2024.v25.i01.p17.
- [3] A. Meo, G. Gunawan, and I. Priyahapsara, “analisis kualitas pelayanan terhadap kepuasan dan loyalitas pengguna jasa kargo di bandara internasional I Gusti Ngurah Rai,” Vortex, vol. 4, no. 2, Jun. 2023, doi: 10.28989/vortex.v4i2.1699.
- [4] F. Maharani, M. Muhammad, J. Jalaluddin, E. Kurniawan, and Z. Ginting, “Pembuatan Briket dari Arang Serbuk Gergaji Kayu dengan Perekat Tepung Singkong sebagai Bahan Bakar Alternatif,” Jurnal Teknologi Kimia Unimal, vol. 11, no. 2, p. 207, Nov. 2022, doi: 10.29103/jtku.v11i2.9458.
- [5] M. Wahid, G. M. Nurdin, and N. Amaliah, “Pemanfaatan Limbah Kulit Kakao Menjadi Briket Arang Sebagai Bahan Bakar Alternatif (Kemandirian Energi) Pada Kelompok Masyarakat Dusun Beru-Beru, Desa Ongko, Kec Campalagian, Kab Polewali Mandar,” JATI EMAS (Jurnal Aplikasi Teknik dan

- Pengabdian Masyarakat), vol. 5, no. 3, p. 137, Nov. 2021, doi: 10.36339/je.v5i3.521.
- [6] Masthura, M., “Analisis Fisis dan Laju Pembakaran Briket Bioarang Dari Bahan Pelepah Pisang”, Elkawnie: *Journal of Islamic Science and Technology*, 5(1), pp. 58-66, 2019.
- [7] Z. Zulhamdani And S. Suryaningsih, “Pengaruh Presentase Campuran Briket Dari Arang Daun Teh Dan Cangkang Kopi Terhadap Nilai Kalor, Laju Pembakaran Dan Sifat Mekanik,” *Jurnal Material dan Energi Indonesia*, vol. 11, no. 2, p. 64, Feb. 2022, doi: 10.24198/jme.v11i2.37307.
- [8] H. Haryono, “Uji Kualitas Briket dari Tongkol Jagung dengan Perekat Kanji/PET dan Komposisi Gas Buang Pembakarannya,” *Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika*, vol. 4, no. 2, pp. 131–139, Aug. 2020, doi: 10.24198/jiif.v4i2.28606.
- [9] Marchel, W. I., Freeke, P., & Dedie, T., “Analisis Perbedaan Jenis Bahan Dan Massa Pencetakan Briket Terhadap Karakteristik Pembakaran Briket Pada Kompor Biomassa”, In *COCOS* , Vol. 1, No. 5, 2019, September.
- [10] S. Mahendry, M. Anggara, and A. Hidayat, “Analisis Karakteristik Briket Dari Cangkang Kemiri Dan Tongkol Jagung Sebagai Bahan Bakar Alternatif,” *JURNAL FLYWHEEL*, vol. 14, no. 2, pp. 50–58, Sep. 2023, doi: 10.36040/flywheel.v14i2.6964.
- [11] Radam, R. M., Lusyani, L., Ulfah, D., Sari, N. M., & Violet, V., “Kualitas Briket Arang Dari Kulit Sabut Buah Nipah (*Nypa fruticans* WURMB) Dalam Menghasilkan Energi. The quality of charcoal briquettes that made from nypah (*nypa fruticans wurmb*) outshel to product energy”, *Jurnal Hutan Tropis*, 6(1), pp. 52-62, 2018.
- [12] B. Setyawan and R. Ulfa, “Analisis mutu briket arang dari limbah biomassa campuran kulit kopi dan tempurung kelapa dengan perekat tepung tapioka,” *Edubiotik : Jurnal Pendidikan, Biologi dan Terapan*, vol. 4, no. 02, pp. 110–120, Sep. 2019, doi: 10.33503/ebio.v4i02.508.

